

PAT-NO: JP404149306A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04149306 A
TITLE: LOWERING FISHPASS DEVICE
PUBN-DATE: May 22, 1992

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
ARAGATA, KUNIKAZU
UCHIDA, HIROKATSU

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
HOKOKU KOGYO CO LTD N/A

APPL-NO: JP02275604
APPL-DATE: October 15, 1990

INT-CL (IPC): E02B008/08
US-CL-CURRENT: 405/81

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve safety of fish by stocking a reservoir, which is provided upstream of a dam or the like, with fish of a fish tank provided in a high place through a chute, a discharge gate and a traction gate provided in a slope at a predetermined angle of inclination with multiple bulkheads.

CONSTITUTION: A guide channel 4 is provided downstream of a dam 2 in a river, and an elevator 6 is provided to a fish tank 5, and a reservoir 3 and the fish tank 5 are connected through a chute 7, and

BEST AVAILABLE COPY

gradient of the chute 7 is set so that a ratio of difference of height to a horizontal distance as 1 is 0.25. Bulkheads 11 are provided in the chute 7, and both ends thereof are folded toward the upstream, and width of an exhaust port 11a, which is provided in the central lower part of the bulkhead 11 and is facing to the bottom surface of the chute 7, is set at about $\frac{3}{10}$ of the width of the chute 7. Furthermore, a discharge gate is provided downstream side of the fish tank 5, and a traction water tank and a traction gate are provided in the upstream side thereof, and the water is discharged continuously and automatically. Fish is thereby lowered safely and securely.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A) 平4-149306

⑬ Int. Cl.⁵

E 02 B 8/08

識別記号

庁内整理番号

6654-2D

⑭ 公開 平成4年(1992)5月22日

審査請求 有 請求項の数 2 (全13頁)

⑮ 発明の名称 降下魚道装置

⑯ 特 願 平2-275604

⑰ 出 願 平2(1990)10月15日

⑱ 発 明 者 荒 ケ 田 国 和 広島県広島市安芸区中野5-7-11

⑲ 発 明 者 内 田 浩 勝 広島県呉市長迫町3-5

⑳ 出 願 人 豊国工業株式会社 広島県広島市南区出島2丁目10番29号

㉑ 代 理 人 弁理士 萢 経 夫 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

降下魚道装置

2. 特許請求の範囲

(1) ダム、堰等の下流側から運搬手段により貯水池を臨む高所に設けた放魚槽に放出した魚をシュートを通じてダム、堰等の上流側の貯水池に放流する降下魚道装置において、

前記シュートを所定の傾斜勾配に設置し、中央下部に切り欠きを有する隔壁を、前記シュートの底面とて排出口を形成するようにして複数設け、該シュートの下流端の射流のフルード数 F_r が所定の値になるように、前記排出口の幅を全幅の十分の三程度とし、かつ、該複数の隔壁を所定の間隔に配設したことを特徴とする降下魚道装置。

(2) 前記放魚槽のシュートへの下流側には放流ゲートを設置し、該放魚槽の上流側には捕流用水槽を設けると共に捕流ゲートを介在させ、該

放魚槽の流下方向に対する巾を上部を広く下部を狭く形成し、かつ、底部を流下方向に傾斜させたことを特徴とする請求項1に記載の装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、エレベーター等の搬送手段によって、ダム、堰等の下流河川からダム等の上流の貯水池を臨む高所まで引き揚げられた遡上魚などを、水流を用いて貯水池に放流する降下魚道装置に関する。

(従来技術)

従来、ダム等を建築すると魚の遡上を阻害することになるので、一部のダム等に階段式魚道装置を設けたり、あるいは水ごと遡上魚を下流からダムの上流側に運搬する装置を設置したりしたものがある。

最近、ダム等に魚道を常置しようとする気運が盛り上って来たが、極く最近の事に過ぎず、立地条件によりその方法はまちまちである。例えば、ダムを臨む高台に、一旦、魚を運搬しその位置か

らダムの貯水池までシュートを利用して放流するものがある。

(発明が解決しようとする課題)

上記の手段は極く小規模の施設において使用されているが、ダムの場合には貯水池の水位が数十mも変動するので、従来からあったシュートを使用しようとするれば末端における水流の速度は十数m/sにも達し、その結果、シュート内の水深が極めて小さくなって魚体が半ば空中に露出し腹部が擦りつけられ、また、貯水池の水面に激しく叩きつけられるので、魚を傷付けることになり何等かの対策が必要である。

しかしながら、従来、一般の水理施設における減勢方法は、水流を落下させ流速を大きくした後においてウオータークッションと称する水面またはバッフルピヤと称するコンクリートの柱に叩き付けて減勢するものであるから、遡上魚を放流する場合に利用すると、魚が損傷され、また、水溜りに魚が残るおそれがある。

また、ダム等の高揚程の場合には、経済的見地

壁を所定の間隔に配設したことを特徴とする。

また、前記放魚槽のシュートへの下流側には放流ゲートを設置し、該放魚槽の上流側には掃流用水槽を設けると共に掃流ゲートを介在させ、該放魚槽の流下方向に対する巾を上部を広く下部を狭く形成し、かつ、底部を流下方向に傾斜させた構成とする。

(作用)

上記のように構成することによって、シュートに流れる流水は斜面を流下しながら水理学上、断面急拡損失と称されている減勢作用を受けて、その下流の隔壁の上流側には水溜りが形成され、また、隔壁上流の水溜りに飛び込む時の流速が小さくなるので水理学上の跳躍水深が少なく、魚が水面に叩きつけられる事はない。

放流の後半においては、隔壁の直上流側に一旦溜っていた水は、シュートの巾が十分に大きく、また、排出口がシュート底面を含むので、隔壁の上流においては流水は減勢されず排出口から勢い良く排出されシュート内を流下する。放流を停止

から魚とともに運搬される水量をなるべく少なくする必要があり、一方、水流を用いて魚を降下させるシュートは距離が長く落差が大きいので、充分な水量がなければ水と魚が分離してしまって魚を安全に降下させる事は出来ない。

本発明は、シュート内の流下中の水流に断面急拡損失を与えて減勢するようにし、魚と一緒に放水する水量を節約するようにした降下魚道装置を提供するものである。

(課題を解決するための手段)

本発明は、上記課題を解決するために、ダム、堰等の下流側から運搬手段により貯水池を臨む高所に設けた放魚槽に放出した魚をシュートを介してダム、堰等の上流側の貯水池に放流する降下魚道装置において、前記シュートを所定の傾斜勾配に設置し、中央下部に切り欠きを有する隔壁を、前記シュートの底面とで排出口を形成するようにして複数設け、該シュートの下流端の射流のフルード数が所定の値になるように、前記排出口の幅を全幅の十分の三程度とし、かつ、該複数の隔

すれば隔壁による水溜りはなくなり、魚をシュート途中に残さないで放流することができる。また、流速が小さいのでひいては排出口の上下流の水位差が小さいので流量が少なくて済む。

また、放流ゲートを閉じておくことで放魚槽には魚が貯留され、放魚槽の上部の巾が大きければ放流の当初は槽内の流速は小さく、したがって、シュート内に十分水が行き渡らない中に魚が放出される事はない。また、放魚槽の水位が低くなってから上流の掃流用水槽の水を放水すると、魚は一気に押し流されてシュート内に送り込まれ、その後、暫らく放流が継続されるので、放流が停止される頃には殆んど魚を貯水池に到達させることができる。

(実施例)

以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。

第7図に示すように、山間部に流れる河川1にはダム2が河川全巾に亘って設けられ、その上流側に貯水池3が形成される。ダム2の下流側河川

には誘導水路4が設けられ、この箇所から貯水池3を囲む高所に設けられた放魚槽5まで、誘導水路4に入ってきた魚を水ごと運搬するエレベーター6が設置されている。また、エレベーター6の高所到達地点には放魚槽5内に魚を投入する装置が配されており、貯水池3と放魚槽5とはシュート7で接続されている。

放魚槽5は第1図および第4図に示す通り、シュート7と連通する流れ方向の下流側に設けた放流ゲート8と、上流側に設けた掃流ゲート9とが側壁に利用され、また、流れ方向の側面は第2図に示すとおり、その両縁は鉛直とされて中央に向かう傾斜面5aが連設され、その下部においてコ字形状の掃流溝5bが形成されている。なお、放魚槽5の上流側には掃流用水槽10が設けられ前述した掃流ゲート9によって隔てられている。

掃流溝5bは魚を押し流すのに適した流速が得られるよう適当に小さくされ、また、その底面は流れ方向に適当な勾配が付けられ(第1図参照)、その側壁は鉛直とされている。

で、次の隔壁のその上流側の水溜りに達した時の流速を余りに大きくする事は出来ない。しかし、水溜りにおいて定常跳水を生じて水溜り部分の水流が安定し魚の休息に適するようにするためには、下流端の射流のフルード数が4.5以上とするよう昭和60年度版、土木学会編、水理公式集 309頁に記載されているので、流速をなるべく小さくし、しかもこの条件を充足するには、フルード数が4.5以上でなるべく4.5に近くなければならない。また、断面急流の公式を使用するための条件として、昭和60年版水理公式集 204頁には、急流前と急流後の断面の距離はシュート7と排出口11aの巾の差の30倍程度とすべきであると定められている。後に、改めて計算例を示して詳しく説明するが、上記の全ての条件を充足するのは排出口11aの巾がシュート7の0.3倍程度の場合である。したがって、本実施例においては、シュート7の巾が1.0m、排出口11aの巾が0.30mとされている。

次に、放流ゲート8の構成について説明する。

第1図に示すようにシュート7は一様な傾斜を有する水路であり、実施例ではその勾配は水平距離に対して高低差0.25程度とされている。すなわち、その勾配は跳水現象を利用して確実に減勢するために約、0.25以下にしなければならないが(昭和46年版、土木学会編、水理公式集 300頁参照)、シュートの勾配を大きくしてその水平距離を短かくしその経済的許容限度に則するように、勾配は水平距離1に対して高低差0.25程度とされている。

第1、4図に示すように、シュート7には適宜間隔をもって隔壁11が設けられ、その両側部は上流に向って折り曲げられている。また、第3図に示すように、隔壁の中央下部にはシュート底面に接して容易に魚が通過し得る大きさの排出口11aが穿たれている。

なお、一般の水理施設においては、一旦、流速を大きくしてから減勢されているが、本発明においては魚が混っているので、一旦、流速を大きくしてしまうと減勢される時に魚が衝撃を受けるの

第5図に示すとおり、流路を横断して水平に回転自在に支持された主軸12に、水路巾方向に対応して位置する一対のアーム13が固着され、その上流端に主軸12を中心とする円弧状の扉体14が固着され、また、アーム13の下流端近くにカウンターウエイト15が装着されている。一方、流路の側方には内部が三つに分割され上流側より順に流入室16、フロート室17、流出室18からなる水槽19が設置されている。そして、主軸12は水槽19の上方まで延出されこの箇所に上流に向けて突き出されたフロートアーム20が固着され、この先端にフロート21が懸垂されてフロート室17内に浮かべられている。

フロート21は下部の密閉された気密室21aとその上部に位置する導水室21bの二室からなり、導水室21bはフロート21の大部分を占め、その底部には気密室21aを貫通する通路を介して導水管22の一端が接続されている。導水管22はフロート21の下方において、屈曲自在な継手22aを介してジグザグ状に連設され、フロート21の上昇下降運動

に追隨し得るように構成されており、導水管22の他端は流入室16と流出室18とを連通する管23に連結されている。この管23の流入室16内への開口23aは小径であり、流出室18内へは管23の端部が上・下方向に分岐して形成され上側はパッキン24に塞がれてフロート出口23bは下側に開口されている。

また、フロート室17はその下部に流入室16に連通する小径のフロート室流入口17aを有し、また、フロート室17は流出室18に連通する、端部が上・下方向に分かれて形成された管25を突設し下側をパッキン24で塞ぎ上向きに開口されたフロート室出口25aが設けられており、フロート出口23bと対向した位置に隙間を開けて配されている。また、フロート室出口25aはフロート室流入口17aに比して十分に大きくされている。

上記の二つの管23、25の端部の対向した管にはパッキン24を貫いて上下方向に連結棒26が配設され隙間位置には弁体27が固着され上下方向に移動可能に設けられている。一方、流出室18には水位

検知フロート室28が設置され水位検知フロート29が浮かべられており、連結棒26の上端は水位検知フロート室28の底部に設けたパッキン24を貫いて水位検知フロート29に固定されている。水位検知フロート室28は入口が適当に狭窄された通水管30を介してシュート7の最上段の水中に通じている。なお、前述したパッキン24は連結棒26に固着される。

一方、流入室16はサイフォン31を介して放魚槽5の掃流溝5bと連通し、また、流出室18は総流出口18aを介して最上流の隔壁11の下流のシュート7内に連通されている。

次に、サイフォン31周辺の構成について説明する。サイフォン31の一方の開口は掃流溝5bに連通し、中間に頂部を形成し他方はフロート室流入口17aの下端まで延びてこの位置で上向きに開口されている。そして、サイフォン31の頂部にはサイフォンブレーカー32の一端が接続され、その他端は途中、空気室33を介して掃流用水槽10において下向きに開口されており、開口の高さはサイ

フォン作用が有効に利用できる位置にされている。また、同じくサイフォン31の頂部には排気管34が接続され、排気管34は一旦鉛直に下降してから湾曲して上昇し、開口端34aはフロート室流入口17aの下端よりも僅かに高い位置において、上向きに開口されている。

次に、サイフォン31と放魚槽5の水位との関係および空気室33について説明する。サイフォン作用を形成するためには、サイフォン31のクレストから十分な水量が越流するように、サイフォン31の頂部は魚を放出するときの放魚槽5の最高水位よりも十分に低くする必要がある。しかし、クレストを低くしたために少量ずつ水が越流して流出するようであってはならない。したがって、上記の排気管34の下側の開口端34aと排気管34の最低位置の垂直断面の内上面との高低差は、放魚槽5の最高水位とサイフォン31のクレストとの高低差よりもやや大きくされている。また、サイフォン31の開口部から空気が排出しないようにする必要があるので、水が溜るようにサイフォン31も下降

してから反転し上昇して排気管34と同じ高さでもって開口されている。そして、この最低位置の垂直断面の内上面の高さは排気管34よりもやや低くされている。

一方、放魚槽5内へ魚および水が放流され始めると、後述するようにサイフォンブレーカー32の開口部は水没する。結果としてサイフォン31内に残った空気が排気管34から逃げてサイフォン作用を形成させるのであるが、開口部が閉鎖された時点で気象条件によって著しく気温が上昇すれば、サイフォン31等の中の空気が膨張するので、未だ放魚槽5等の水位が十分に高くないうちに排気管34内の水面が押し下げられサイフォン31内の空気が排出されることになる。このため、空気室33の容積は空気の膨張による影響を防ぐ大きさにされており、かつ、同様の趣旨によって、放流から放流までの間においてもっとも激しく気温が低下した場合にも放魚槽5の水位が最高水位に達した時に排気管34からの排気が開始されるように決定されている。

あって、このときの流水の水位を掃流計画水位といい、掃流計画水位はシュート7の最上流の隔壁11の上流面においては、上記の放流計画水位よりも数センチ低くされ、排出口11aから流出する流量をもって掃流計画流量が定められている。また、放魚槽5内から確実に魚を押し流し、且つ魚を傷付けたくないような掃流計画流速が定められ、放魚槽5の掃流溝の断面、高さおよび勾配は水理計算にもとづいて定められている。また、掃流ゲート9の総流出口54の出口の水位が掃流計画水位の時には、弁体49がフロート流出口46bとフロート室流出口47aとの中間の位置に来るようにされ、また、その状態において、両開口部ともに僅かに弁体49の影響を受ける程度に両者の間隔は定められている。

また、掃流ゲート9のカウンターウエイト38の大きさはゲート全体が均衡する重さよりもやや小さくされ、フロート40内とフロート室42内の水位がほぼ等しくなければ確実に掃流ゲート9が閉じるようにされている。

このようにして、サイフォン31の入口側の水面は徐々に上昇し、一方、サイフォン31の出口側の水面と排気管34の水面は徐々に低下するが、いずれも、その開口部と最低断面の内上面との高低差が放魚槽5の最高水位とサイフォン31のクレストとの高低差より大きくされているので、排気管34が作動する以前に水がサイフォン31から越流する事はない。放魚槽5への一回当りの注水量は両方の面積に比して極めて僅かであるが、注水が続けられることによって排気管34内の水面が低下し速には空気が噴出する。その際、一連の装置内に閉じ込められている空気量は、排気管34の出口付近に貯えられている水量とは比較にならない程多いので、排気管34の出口の水は吹き飛ばされる。このため、サイフォン31の内部は一気に大気圧となるが、また、放魚槽5の最高水位に比べてサイフォン31のクレストが十分に低くされているので、クレスト上の水流は満流に近く、したがって、急速にサイフォン31内の空気が水流によって排出されサイフォン31内は負圧になる。勿論、排

また、シュート7の長さが大きくそのために大量の水を要する場合には、ポンプにより貯水池3から放魚槽5へ水が補給されるようにされている。

次に本発明実施例の作用について述べる。

エレベーター6により水と魚が運搬されて放魚槽5内に投入されると、放魚槽5に溜ると共に掃流用水槽10にも水が順に掃流ゲート9の総流出口54、流出槽43、フロート室流出口47a、フロート室42、フロート室流入口42a、流入槽41および総流入口53を介して流れ、掃流用水槽10にも自動的に水が貯水される。掃流用水槽10に水が貯水されてくると放流ゲート8のサイフォンブレイカー32の開口部も水没し、それ以後は両方の槽の水位の上昇につれてサイフォン31等の中の気圧が高まり、サイフォン31の下流側の水面は徐々に押し下げられる。しかし、その程度の圧力は空気室33が緩衝作用してサイフォン31の出口側の溜り水が排出されないののでサイフォン作用の形成が阻害されることはない。

気管34は閉じているので空気が供給される事はなく、極めて短時間内にサイフォン作用が形成される。

したがって、放流ゲート8の流入室16内へ水が流入し、同室16の水位は急速に上昇し始める。これと同時にフロート21の導水室21bとフロート室17内に水が流入する。この段階においては、シュート7内に水がないので放流ゲート8の水位検知フロート室28内には水がなく、したがって、弁体27は水位検知フロート29の重みによってフロート室流出口25aに圧着されている。したがって、フロート室17内の水面は上昇し、管23の水流はフロート流出口23bから流出するのでフロート21内に流れこまない。このため、フロート21が上昇して放流ゲート8は徐々に開いて流量が増加しシュート7の最上流部分の水面が上昇して行くが、これが放流計画水位に近づくと水位検知フロート29が上昇し、弁体27が上がってフロート28内に水が流入する。この段階で、フロート室17内の水面の上昇速度も遅くなり、ゲートの動きもわ

ずかとなって流量が一定に保持されるようになり、シュート7の隔壁11の上流に次々と水溜りが形成され、跌水を利用した減勢の準備が出来あがる。

この間、放魚槽5内に投入が続けられているので水位は十分に高く、また、上部の巾が十分に大きくされているのでその上部の流速は極めて小さいが、放魚槽5の水面が低下するにつれて流速は徐々に大きくなる。したがって、魚の遡河性が誘発されて魚は放魚槽5の上方部に集まるので水深が小さいうちに魚が排出されることはなく、また、隔壁11の上流に流水が十分溜ってから流下するので、コンクリートに叩きつけられ、またはシュート7に撞りつけられる事はない。

このようにして魚を放流する前段階の放流が続くと、放魚槽5内の水位が下がり放流計画水位より低くなる。そうなれば、シュート7の最上流部分の水位も保持できなくなり、放流計画水位より低くなる。その結果、水位検知フロート29が下降し、再び弁体27がフロート室流出口25aに圧着さ

れ、一方フロート流出口23bは解放されるので放流ゲート8は開き続け、扉体14が空中に飛び出して全開状態となる。

上述のとおり、シュート7の最上流においては、掃流計画水位は放流計画水位よりも数cm低くされているが、水理計算にもとづいて、放魚槽5の上流端の掃流計画水位はシュート7のそれよりも高くされている。したがって、シュート7の上流端の放流計画水位と放魚槽5の上流端の掃流計画水位のいずれが高いかと言う事は一概に断言することはできないが、要は、掃流溝5bの勾配と長さによって異なる。また、掃流ゲート9が閉じている状態においては、少なくとも放魚槽5の最上流端の流速は0であるので、放魚槽5内の水面勾配は掃流ゲート9が開いた後と比べると著しく小さい。したがって、放魚槽5の上流端の水位がこの位置の掃流計画水位に達するのは上記のとおり放流ゲート8が全開する時と前後する事になるが、たとえば、前者の方が早い場合でも、シュート7の上流端の水位が掃流水位よりも高い間におい

ては、掃流ゲート9が僅かに開いただけでいわゆる堰上背水現象により、放魚槽5の上流端の水位が掃流水位まで上昇し掃流ゲート9の開動作は停止されるので、放流ゲート8の全開の支障となる事はない。

以上、放魚槽5の上流端の水位が掃流計画水位まで低下する、と云う事を前提にして説明してきたが、次に、掃流ゲート9の作用について説明する。

放流ゲート8が開き始め放魚槽5の水位が低くなっても、当初は弁体27が上限にあってフロート室流出口25aは解放されているので、フロート室17内の水面は低下し、一方、フロート室流入口17aから水が流入し、したがって、掃流用水槽10から放魚槽5に至る水流が形成される。また、フロート室流入口17aが小さくされているのでフロート室17内の水位はほぼ放魚槽5と等しくなり、一方、フロート21内の水位はフロート流出口23bが閉塞されているのでほぼ掃流用水槽10と等しくなると、掃流ゲート9は全閉し続ける。ま

た、フロート室流入口17aが小さいので、この間における掃流用水槽10の水位の低下は微々たるものである。このようにして放魚槽5の水位が低下して掃流計画水位に近づくと、水位検知フロート29と弁体27が共に下降し始め、フロート流出口23bが解放されると共にフロート室流出口25aが狭窄され始める。さらに、放魚槽5の上流端の水位が掃流計画水位より僅かに低くなればフロート室17よりもフロート21内の水位が低くなり掃流ゲート9は放魚槽5の上流端の水位が一定に保持されるように開き始める。一方、シュート7の上流端の水位も掃流計画水位まで低下し両地点間に水位差が生じ、しかも、掃流溝5bの巾が狭く水深も既に小さくなっているため、掃流溝5b内に所定の流速を生じ、掃流溝5b内に留っていた魚は押し流されてシュート7に送られる。その際、放流ゲート8は既に全開しているため何等支障をきたさない。

次に、魚道に適応するシュート7の側面と底面および水深と流速について水理計算式を参照して

これらの関係を説明する。

先ず、シュート7の寸法について説明する。

b_1 : 排出口11a の巾	0.30m
b_2 : シュート7の巾	1.00m
h_1 : 排出口11a の鉛直方向の高さ	0.45m
H_1 : 排出口11a 出口の上端から隔壁11上流 水面までの高低差	2.05m
(h_1 、 H_1 は第1図参照)	

上記の排出口11a の大きさは、魚種によって考えるべき事は勿論であるが、蛙が対象となる場所には、むしろ、孵化場を用意するのが適当であるので、通常は上記の値で十分であろう。また H_1 は最終的には計算結果にもとづいて決定すべきものであるが、一応上記のとおり仮定して置いて計算を進める。

先ず流量について計算する。排出口11a の直下流の水流は底面の影響を受けるのでもぐり流出と見なす。1979年版土木工学ハンドブック上巻 450頁の式7-23と同 451頁の表7-6から以下の通りである。

1図参照)の諸元を計算しておく。流速については流速係数は1に近い事が知られているので、断面Iの流速は

$$V_1 = \sqrt{2gH_1} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 2.05} \\ = 6.339 \text{ m/sec}$$

であり、断面Iの勢力線の高さは隔壁11の上流の水面と交らない。

径深については、底面だけに水流が接している

$$R_1 = d_1 = 0.437 \text{ m}$$

である。したがって、断面IIの底面から見た断面Iの勢力線の高さは次式による。

$$h_1 + H_1 + \ell_1 \times 0.25 = 0.45 + 2.05 + 21.00 \times 0.25 \\ = 7.75 \text{ m}$$

一方、水理公式による損失水頭は、水理公式集 204頁の式3、5と図3-7から、

急流による損失水頭は

$$h_e = \zeta \frac{V_1^2}{2g} \quad \dots \dots (2)$$

$$\zeta : \text{損失係数 } 3.6 \text{ (} b_1/b_2=0.3 \text{)}$$

$$Q = c \cdot a \sqrt{2gH_1} = 0.604 \times 0.131 \sqrt{2 \times 9.8 \times 2.05} \\ = 0.502 \text{ m}^3/\text{sec} \quad \dots \dots (1)$$

$$\alpha : \text{シュート7の傾斜角 } \alpha = \tan^{-1} 0.25 \\ = 14.0362^\circ$$

d_1 : 底面に直角に測った水深

$$d_1 = h_1 \cos \alpha = 0.45 \cos 14.0362^\circ \\ = 0.437 \text{ m}$$

$$c : \text{流量係数 } c = 0.604 \text{ (上掲)}$$

a : 排出口11a の断面積

$$a = b_1 \cdot d_1 = 0.30 \times 0.437 \\ = 0.131 \text{ m}^2$$

$$g : \text{重力の加速度 } g = 9.8 \text{ m/sec}^2$$

次に排出口11a の出口から跳水直前の射流の断面II (第1図参照) までの距離を求める。昭和60年版土木学会編水理公式集 204頁において、水路巾の差の30倍以上とすべきであるとされているが、安全のためこれを水平距離と解釈する。

$$\ell_1 = (b_1 - b_2) \times 30 = (1.00 - 0.30) \times 30 \\ = 21.00 \text{ m}$$

次の計算に進むために、予め射流の断面I (第

摩擦による損失水頭は

$$h_f = \left(\frac{V_1^2}{R_1^{4/3}} + \frac{V_2^2}{R_2^{4/3}} \right) \times \frac{n^2 \cdot L_1}{2} \quad \dots \dots (3)$$

であり、ここに

$$n : \text{コンクリートの粗度係数 } 0.015$$

$$L_1 : \text{断面I、II間の斜距離}$$

$$L_1 = \frac{\ell_1}{\cos \alpha} = \frac{21.00}{\cos 14.0362^\circ} \\ = 21.646 \text{ m}$$

断面IIの水深 d_2 を仮定すれば(4)式を使い、

$$\left. \begin{array}{l} \text{断面積 } A_2 = b_2 \cdot d_2 \\ \text{流速 } V_2 = Q/A_2 \\ \text{径深 } R_2 = \frac{A_2}{b_2 + 2d_2} \end{array} \right\} \quad \dots \dots (4)$$

エネルギー不減の法則によって、 d_2 は次式を充足するものでなければならない。

$$h_e + h_f + d_2 / \cos \alpha + V_2^2 / (2g) = 7.75 \text{ m} \quad \dots \dots (5)$$

(5)式を充足するのは $d_2=0.1015\text{m}$ である。

このことから、

$$\text{流速は、} V_2 = 0.502 / 1.00 / 0.1015 = 4.946 \text{ m/sec}$$

$$\text{断面は、} A_2 = b_2 \times d_2 = 1.00 \times 0.1015 = 0.1015 \text{ m}^2$$

$$\text{径深は、} R_s = A_s / (b_s + 2d_s) = 0.1015 / (1.00 + 2 \times 0.1015) = 0.0844 \text{ m}$$

である。

フルード数 F は次式で表される。

$$F = V_s / \sqrt{g \cdot d_s} = 4.946 / \sqrt{9.8 \times 0.1015} = 4.959 > 4.50$$

上記の水理公式集 309頁に記載された定常跳水の範囲 4.5~9.0 の範囲にあり、しかも、最低値に近い。その意義については後に改めて説明する。

ここで、後にシュート7の効果を評価に用いるために h_e と h_f の計算結果を示しておく。

$$h_e = \xi \frac{V_s^2}{2g} = 3.6 \times \frac{4.946^2}{2 \times 9.8} = 4.448 \text{ m}$$

$$h_f = \left(\frac{V_s^2}{R_{s1} \cdot \cos \alpha} + \frac{V_s^2}{R_{s2} \cdot \cos \alpha} \right) \times \frac{n^2 \cdot L_1}{2}$$

$$= \left(\frac{5.339^2}{0.437 \cdot \cos \alpha} + \frac{4.946^2}{0.0844 \cdot \cos \alpha} \right) \times \frac{0.015^2 \times 21.646}{2} = 1.904 \text{ m}$$

次に跳水の計算をする。本発明にかかるシュー

場合、断面Ⅲの底面を基準にした断面ⅡとⅣの勢力線の高さの差として計算する断面Ⅲの流速は、極めて小さいのでその流速水頭を無視する。

$$h_j = \ell_s \times 0.25 + h_s + V_s^2 / (2g) - h_s$$

$$= 4.550 \times 0.25 + 0.1046 + 4.946^2 / 19.6 - 1.569$$

$$= 0.921 \text{ m}$$

次は、隔壁11間の高低差と距離を求める。

隣り合った隔壁11とその上流の水面の高低差 h_o は、

$$h_o = H_1 + h_1 + (\ell_s + \ell_{s2}) \times 0.25 - h_s$$

$$= 2.05 + 0.45 + (21.00 + 4.55) \times 0.25 - 1.569$$

$$= 7.319 \text{ m}$$

隔壁11間の水平距離 ℓ_o は、

$$\ell_o = 7.319 / 0.25 = 29.28 \text{ m}$$

である。

次は、シュート7の作用について説明する。排出口11aの呑口附近において徐々に加速されて、排出口11aを出る時に流速は最大となり、 $V_1 = 6.339 \text{ m/sec}$ となっているが、排出口11aを出た途端に断面急拡大損失による減勢を受け、急斜面を流れ

ト7は、既に説明を了したとおり、ほぼ一様な傾斜を有するものであるが、ダム等の順傾斜水叩工においては、跳水の始点は傾斜しているが終点は水平にされる事がある。上記の昭和60年度版の水理公式集においては、このようなダム用のものの跳水について記載されているが、本発明は、これと条件を異にする。したがって、ここでは、本発明と条件を同じくする跳水について記載のある昭和46年度版の水理公式集を用いる。跳水完了後の水面を断面Ⅲ（第1図参照）とする。

$$h_s = d_s / \cos \alpha = 0.015 / \cos 14.0362^\circ = 0.1046 \text{ m}$$

46年版公式集 301頁の図5.10から $h_s / h_1 \approx 15.0$ によって、 $h_1 = 0.1046 \times 15.0$

$$= 1.569 \approx h_1 + H_2 = 0.45 + 2.05 = 2.50 \text{ m}$$

したがって、前に仮定した $H_1 = 2.05$ の値は妥当である。

次に跳水の長さを ℓ_s とすれば、同頁の図5.11から $\ell_s / h_1 \approx 2.9$

$$\text{よって、} \ell_s = 1.569 \times 2.9 = 4.55 \text{ m}$$

次に、跳水による損失水頭 h_j を計算する。この

下っているにも拘らず流速は徐々に小さくなり、次の隔壁11の上流に形成された水溜りにおいて、跳水を開始する直前においては、流速は $V_s = 4.946 \text{ m/sec}$ まで減速されている。したがって、比較的流量が少ないにも拘らず水深は比較的に大きく約10cm程度に保たれており、魚体がシュート7の底面に撞り付けられる事がなく、また流速が比較的に小さいので、跳水現象によって魚の受ける衝撃力が少なくて済む。

このように良好な結果が得られるのは、本発明の狙いどおりに摩擦損失水頭 h_f (1.904 m) の他に、その2倍以上にも及ぶ断面急拡大損失水頭 h_e (4.448 m) があったためである。既に構成の項において説明したとおり、一般の水理施設においては、一旦、流速が大きくなってから減勢する事が可能であり、また、それが常通でもあるが魚道においては絶対に流速を大きく出来ないで断面急拡大損失の効果は貴重である。

また、射流の末端流速が小さくて済むので跳躍水深が $h_s = 1.569 \text{ m}$ に過ぎず、したがって、排出

口11aの上下流の水位差 H_1 と流量が $Q=0.502\text{ m}^3/\text{sec}$ と比較的に小さくて済み、また、隔壁11の上流の常流部分の長さが4m程度残され、下途中における魚の休息場所となり、また、射流のフルード数が4.5以上あるので跳水の種類が定常跳水となり、水流も安定していて休息場に相応しい。

次に、放流後半時のシュート7の作用について説明する。掃流用水槽10を併用しても放流を停止しシュート7内の流量が少なくなった時に、なお、僅かに魚がシュート7内に留まっている事が予想されるが、隔壁11の側端が上流に向けて折り曲げられ、かつ、排出口11aが底面に接して穿たれているので、流量が少なくなればその上流の水溜りは消失して水流は減勢を受けず、一気に排出口11a内を流下する。したがって、排出口11aの箇所の狭小のためにその上流に魚が残される事はない。しかも、排出口11aを通過してその下流の魚が残るおそれの全くない箇所にあれば、流水は断面急拡大による減勢を受けてまことに好適である。

次に、放流ゲート8の作用にもどって説明を続

ける。上記のようにして掃流用水槽10から放水が続けられ、魚の殆んどが降下し終えた頃になれば掃流用水槽10の水位が低下して、サイフォンブレーカー32の開口部が空中に露出し、ここから空気がサイフォン31内に侵入してサイフォン作用が切断され、流入室16への水の供給が停止される。一方、流入室16内の水は導水管22、流出室18および総流出口18aを通じてシュート7内に排出され続けているので、流入室16と、これとフロート室流入口17aを介して連通されているフロート室17の水位が低下し、フロート21の下部に動いていた浮力が消失して放流ゲート8が全閉される。

その後、暫らく掃流ゲート9は開いていて、掃流用水槽10から放魚槽5への放流が続けられるが、放魚槽5内の水位が安全にエレベーター6から投入される魚を受入れられるように上昇すれば、両水槽5、10の水位はほぼ等しくなると、フロート21の導水部分の水位がフロート室17よりも低いために動いていた浮力が消失し、またカウンターウェイト15の重さが小さくされているので、

掃流ゲート9も全閉し、冒頭において説明した状態にもどる。

さて、上記においては、施設が大規模で、無人無動力で、安全確実に魚を降下させる実施例について説明したが、場合によっては、放流ゲート8と掃流ゲート9は電動機と電極棒等を用いて制御する周知の電気技術を用いても一向に差支えない。また、施設が小規模の場合には、人力によって操作することができるのは勿論である。

また、上記においては、エレベーター6の搬送の高さが非常に大きく、動力の制約を受けてエレベーター6の搬送が間欠的であると云う事を前提にした実施例を示したが、施設の規模が小さくエレベーター6の搬送が連続的に行われ、対称となる魚が小さくそのために排出口11aが小さくて済む場合には、シュート7の上流に適当な水槽を設置して、その上流からポンプを用いて注水するだけの簡単な装置とすることもできる。

(効果)

本発明は上記説明したように構成したものであ

るので、シュートは水理学上、急拡大損失と称される減勢工としては全く新しい原理を応用しており、斜面を流下中において徐々に減勢され、跳水直前においてはかえって流速が小さくなり、このため、隔壁の上流側の水深が大きいので魚が擦傷を受けず、また水勢が弱いので跳水によって魚が受ける衝撃が少なく、降下途中において魚の休息場所が用意され、しかも、放流最後には魚が残るような水溜りが残らない。さらに、傾斜も一樣とされて構造が簡単で隔壁の高さが小さく、間隔が大きいので工費も低廉である。

また、実施例で説明した掃流用水槽、掃流ゲートは、放流ゲートと併用して魚を排出し易くさせ自動的に水を継続して放流するので魚を安全確実に降下させることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例による降下魚道装置の断面図、第2図は実施例の放魚槽の幅方向の断面図、第3図は実施例の隔壁の正面図、第4図は実施例による降下魚道装置の平面図、第5図は実施

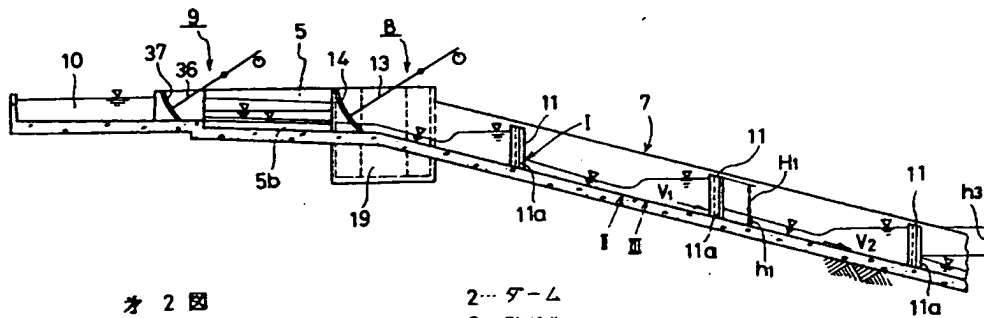
例の放流ゲートの断面図、第6図は実施例の揚流
ゲートの断面図、第7図は実施例のダム周辺の平
面図である。

- 2…ダム
- 3…貯水池
- 5…放魚槽
- 6…運搬手段（エレベータ）
- 7…シュート
- 11…隔壁
- 11a…排出口

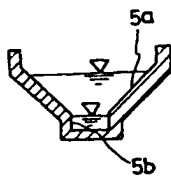
特許出願人 豊田工業株式会社

代理人 井理士 尋 優 美
(ほか2名)

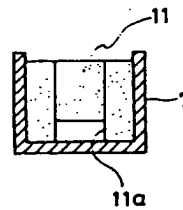
才 1 図



才 2 図



才 3 図



- 2…ダム
- 3…貯水池
- 5…放魚槽
- 6…運搬手段（エレベータ）
- 7…シュート
- 11…隔壁
- 11a…排出口

図 4

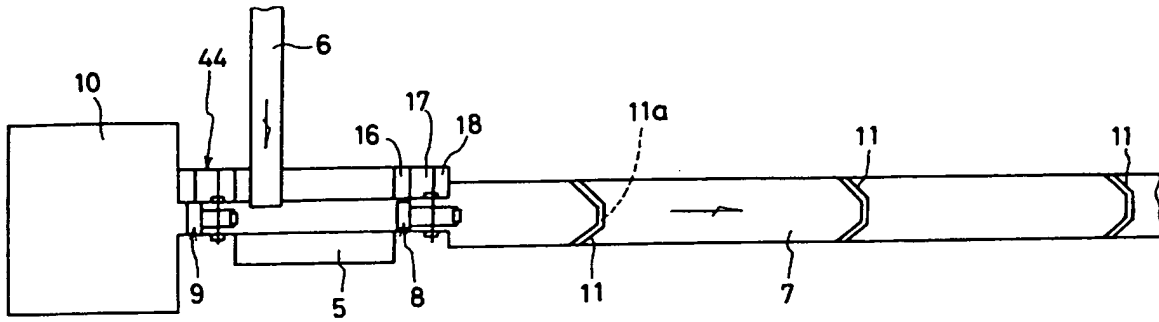


図 5

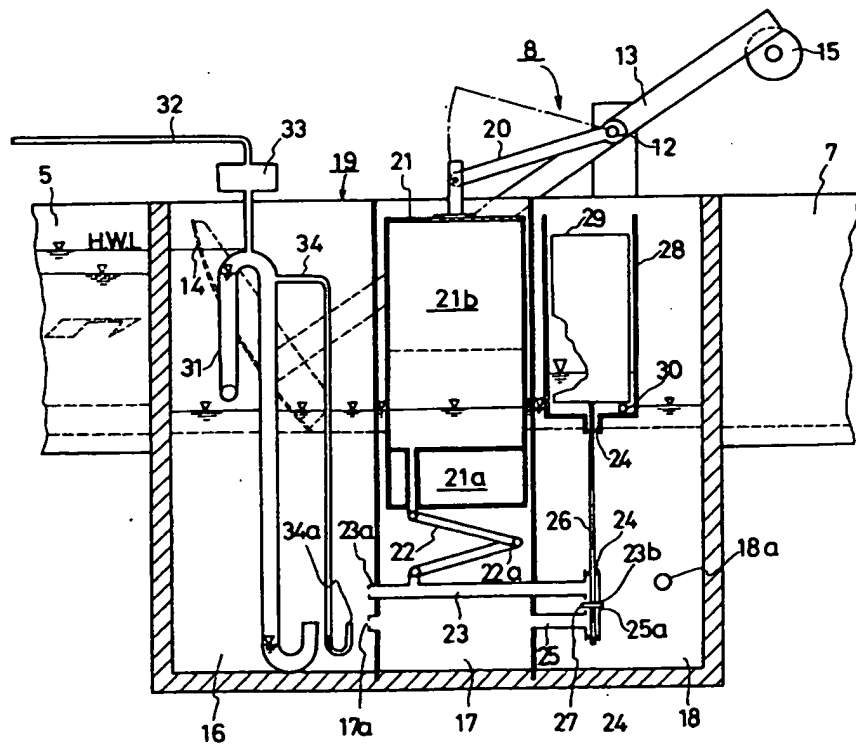


図 6

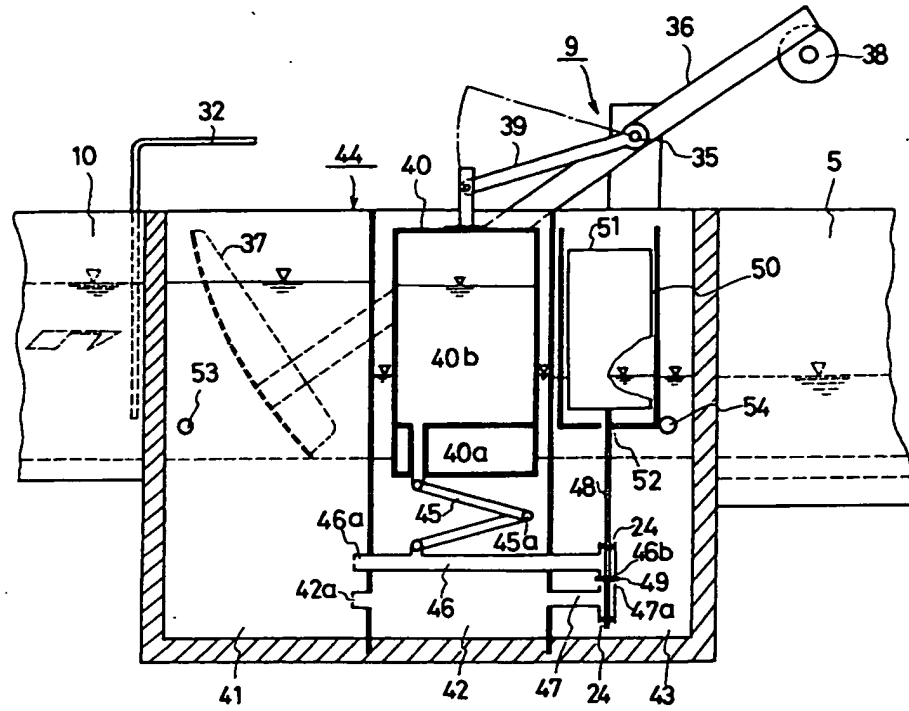
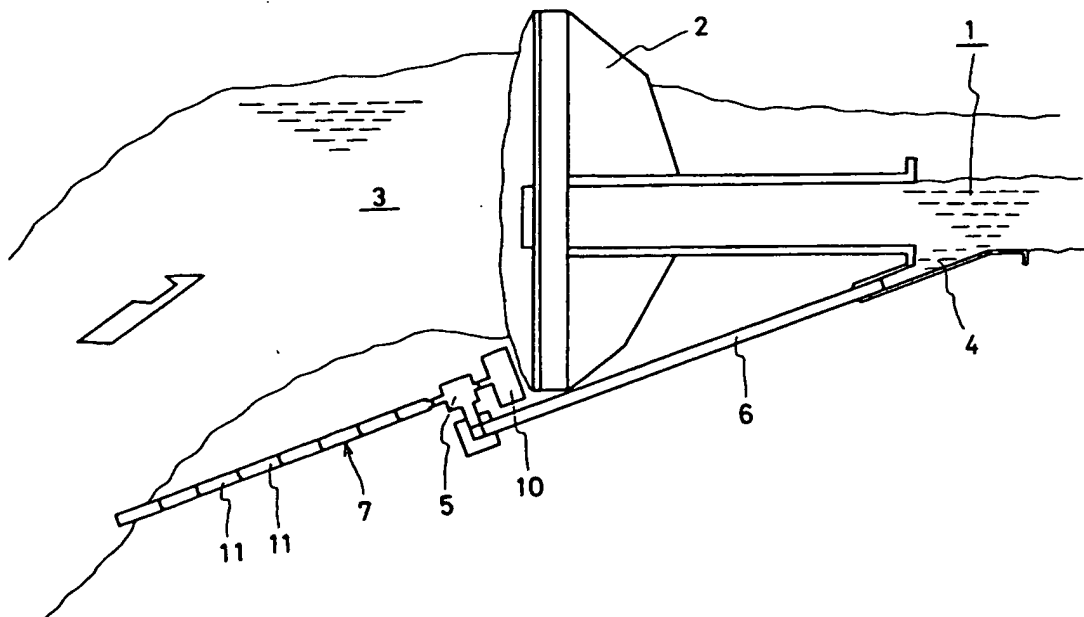


図 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.